

Aus dem Anatomischen Institut der
Johannes Gutenberg-Universität Mainz

**Die Architektur der Tela subcutanea
im Bereich des Oberschenkels des
männlichen und weiblichen Feten**

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Medizin
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz,
den Medizinischen Fachbereichen

vorgelegt von

Monika Hagen
aus Hofheim

Mainz 1976

Aus dem Anatomischen Institut der
Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Die Architektur der Tela subcutanea
im Bereich des Oberschenkels des
männlichen und weiblichen Feten

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Medizin
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz,
den Medizinischen Fachbereichen

vorgelegt von

Monika Hagen
aus Hofheim

Mainz 1976



Fachbereichsdekan: Prof. Dr. D. Weinblum
Referent: Prof. Dr. G. Müller
Korreferent: Prof. Dr. E. Stofft

Einleitung

Die Subcutis ist ein Mantelgewebe, das als Verbindungs- und Verschiebeschicht zwischen Corium und Unterlage (Fascie, Aponeurose, Muskel, Periost, Knochen) eingeschaltet ist und die Haut dem Bewegungsapparat anpaßt (Strecker 1955). Ihr Aufbau ist funktionsabhängig. Er ändert sich also mit den regional unterschiedlichen Anforderungen, die an ihn gestellt werden (Schmidt 1968).

Die Ausbildung dieser Funktionsarchitektur in der Subcutis hängt nicht nur von der unmittelbaren mechanischen Beanspruchung ab, sondern sie wird schon beim Feten so angelegt, daß sie den Belastungen, denen sie beim Erwachsenen ausgesetzt sein wird, angepaßt ist (Schmidt 1968).

Die funktionsbedingte Hautstruktur ist an mehreren Körperstellen untersucht und beschrieben worden (Bleichschmidt 1934, Bochud 1954, Scherer 1971).

Aber nicht nur die Aufgabe prägt die Struktur, sondern es gibt zusätzlich geschlechtstypische Unterschiede in der Ausbildung der Subcutis an Schulter, Oberarm, Hüfte, Bauch, im Glutealbereich und am Oberschenkel. Es bestehen Geschlechtsunterschiede in der Menge des eingelagerten Fettes (Merselis und Texler 1925) und in der Bindegewebsstruktur der Subcutis (Müller und Nürnberger 1972). Im Durchschnitt ist das Unterhautbindegewebe der Frau fettreicher als das des Mannes. Die Fettverteilung ist ebenfalls geschlechtstypisch. Dabei ist an den Stellen der maximalen absoluten Fettwerte meist auch der Geschlechtsunterschied am deutlichsten (Merselis und Texler 1925).

Über das Gesamtgewicht der Haut und der Subcutis finden sich in der Literatur voneinander abweichende Angaben. Montagna (1956) gibt das Hautgewicht des Mannes mit durchschnittlich 4,8 kg, das der Frau mit 3,2 kg an. Das durchschnittliche Subcutisgewicht beträgt beim Mann 12 kg, bei der Frau 15 kg. Die Haut des Mannes ist dicker und schwerer als

die Haut der Frau, die männliche Subcutis ist dünner bzw. leichter als die weibliche. Als Richtwert für das Hautgewicht werden 16 % des Körpergewichts angenommen. Das ergibt für einen Erwachsenen mit 70 kg Körpergewicht 11,2 kg. Für diesen "Standardmenschen" gibt die Documenta Geigy (1962) das Hautgewicht mit 2,1 kg an. Dieser Wert wird nicht weiter aufgeschlüsselt.

Das Neugeborene hat, wie Roe (1933) berechnet hat, ein Durchschnittsgewicht von 3 kg. Die Haut und Subcutis wiegen ca. 0,180 kg und 0,422 kg. Das macht zusammen rund 18,5 % des Körpergewichts aus. Die Abweichung von den Werten, die Montagna (1956) für den Erwachsenen nennt, ist nicht sehr groß.

Es ist interessant, den zeitlichen Ablauf der Gewichtszunahme von Haut, Körper und Subcutis vor der Geburt zu verfolgen. Er ist von Roe (1933) untersucht worden.

Die Körperlänge nimmt im Laufe der Entwicklung linear zu. Das Gewicht der Subcutis beträgt bis zum 6. Lunarmonat annähernd null. Bis zum 7. Monat steigt es langsam an und nimmt dann bis zum 10. Monat rapide zu. Roe schreibt dazu: "Das Gewicht der Tela subcutanea bildet eine Ausnahme von dem allgemeinen Wachstumsschema. ... Sie zeigt in den frühen Fetalmonaten eine langsamere Wachstumsrate als andere Strukturen und eine erstaunlich schnelle Geschwindigkeit in den letzten 1 1/2 Monaten" Roe macht keine Angaben über Unterschiede bei männlichen und weiblichen Feten.

Eine geschlechtstypische Anordnung der Bindegewebelemente findet sich beim Erwachsenen vor allem in der Corium-Subcutisgrenzschicht. Hier finden sich beim Mann Bindegewebszüge, die schräg überkreuzend ins Corium übergehen. Dadurch entstehen scherengitterartige Strukturen (Müller und Nürnberger). Bei der Frau steigen die Fasern senkrecht von einer bindegewebigen Tangentialschicht zur Corium-Subcutisgrenze auf. Sie spalten sich

direkt unterhalb des Coriums fächerförmig auf und biegen von ihrem ursprünglichen Verlauf ab, ehe sie nach beiden Seiten ins Corium einstrahlen.

Nach Braus (1940) verhalten sich die Fasern im Corium "wie Kette und Schuß", so daß es sich aus mehreren, sich verflechtenden Lagen zusammensetzt, die keinen Raum zwischen sich lassen.

Man kann sich daher die männliche Subcutis als ein in die dritte Dimension gedehntes Corium vorstellen. Es entstehen dann zwischen den Bindegewebssepten zahlreiche übereinandergeordnete Kammern, die mit Fettzellen ausgefüllt sind. Die Haut über einem solchen System ist wenig verformbar, weil die Kammern nicht deformierbar sind. Die Schubspannung, die bei tangentialer Verschiebung auftritt, wird nach unten abgeleitet. Die Haut wird nicht gewellt.

Durch den unterschiedlichen Faserverlauf in der Subcutis ergeben sich bei der Frau anders geformte Kammern. Die Bündel strahlen bogenförmig ins dreidimensionale Netz der Corium-Subcutisgrenzfläche ein (Khan 1973) und bilden dadurch eine trajektorielle Bogenarchitektur aus, die für eine Druck- und Zugbelastung konstruiert ist. Zwischen den Septen liegen fast gleich große Fettkammern aufgereiht (Müller 1972). Sie haben die Wirkung eines Wasserkissens (Bleichschmidt 1934). Beansprucht man dieses System bei Tangentialverschiebung der Haut auf Schub oder Scherung, können die Kammern nicht wesentlich verformt werden und geben die Belastung als Zug auf die Oberfläche weiter. Die Haut wird gewellt, es entsteht der Status retractus et protrusus cutis. Die Befestigungsart des Coriums durch Fasern, die wie Retinacula cutis gebaut sind, steppt die Haut relativ unverschieblich auf der Unterlage fest. Ebenso wie bei den echten Retinacula kann Fettgewebe nur zwischen den Faserzügen eingelagert werden und vermehrte Fettspeicherung läßt die Befestigungspunkte als Einziehungen erkennbar werden (Braus 1940).

Die Verformbarkeit der Hautoberfläche ist also bei Mann und Frau verschieden, weil die Verbindung zwischen Corium und Subcutis unterschiedlich ist. Knobloch (1972) hat festgestellt, daß bei ausgereiften weiblichen Feten an den meisten Stellen des Beines die Subcutisarchitektur der erwachsenen Frau schon in vereinfachter Form ausgebildet ist. Wenn das noch ungeborene Mädchen bereits den geschlechtstypischen Subcutisaufbau besitzt, besagt das nicht, daß beim männlichen Feten die typisch männliche Struktur vorliegen muß. Es gibt drei Möglichkeiten, wie sich die Subcutis differenzieren kann:

1. Die Binnenarchitektur der Subcutis entwickelt sich bei beiden Geschlechtern von Anfang an verschieden.
2. Beim männlichen und weiblichen Feten ist der Bindegewebsaufbau der Subcutis am Ende der Fetalzeit noch gleich und wird erst in der Pubertät verschieden.
3. Beide Strukturen entwickeln sich aus einer gemeinsamen Vorstufe und sind am Ende der Fetalzeit verschieden.

Trifft die erste Hypothese zu, müßte das Bindegewebsgefüge der Subcutis genetisch determiniert sein. Ist die zweite oder dritte Annahme richtig, wären Einflüsse der Geschlechtshormone für die Ausdifferenzierung der Subcutis verantwortlich zu machen. Eine Untersuchung, die diese Frage beantworten soll, muß folgende Voraussetzungen erfüllen:

1. Es müssen männliche und weibliche Feten verschiedener Entwicklungsstufen untersucht werden.
2. Die untersuchte Körperstelle muß geschlechtstypische Unterschiede aufweisen.
3. Die Feten müssen in vergleichbarem Alter sein. Als Vergleichsobjekt diente die Vorderseite des Oberschenkels. Es wurden zehn männliche und zehn weibliche Feten verschiedener Entwicklungsstadien untersucht.

Material und Methode:

Als Material dienten zehn männliche und zehn weibliche Feten von 21 cm bis 35 cm SSL (Scheitel-Steißlänge), bzw. 29 cm bis 58 cm SFL (Scheitel-Fersenslänge). Sie waren in 4% Formalin fixiert. (Siehe Tabelle 1)

Tabelle 1

Lunar - monate	SFL (cm)	♂	♀
1	1		
	2		
	3		
	4		
2	5		
	6		
	7		
	8		
	9		
3	10		
	11		
	12		
	13		
	14		
	15		
	16		
4	17		
	18		
	19		
	20		
	21		
	22		
	23		
	24		
	25		
5	26		
	27		
	28		
	29		29
	30		
6	31		
	32	32	
	33		33
	34		33,5
7	35		34
	36	36	
	37	37	36,5
	38		37,5
	39	38,5	38
8	40	39	39
	41	40	
	42	40,5	
	43		
	44		
9	45		
	46		
	47		
	48		
	49	49	49
10	50		
	51	51	
	52		
	53		
	54	54	
	55		
	56		
	57		
	58		58
	59		

Ich entnahm jeweils der vorderen Oberschenkelmitte einen 2 cm langen Querstreifen. Die Schnitterichtung war senkrecht zur Oberfläche. Von diesen Präparaten fertigte ich zwei Arten von Schnitten quer zur Oberschenkel längsachse an.

1. Dicke Schnitte:

Ein etwa 1 mm dicker Streifen wurde in der aufsteigenden Alkoholreihe entwässert, in Xylol aufgehellt, mit Hilfe der 1961 von Müller entwickelten Polarisations-einrichtung im polarisierten Licht untersucht und die wichtigsten Stellen photographiert. Bei dem Verfahren leuchten die kollagenen Strukturen auf. Ihre optische Achse liegt praktisch in der Fibrillenachse.

2. Dünne Schnitte:

Das Präparat wurde über Alkohol und Benzol in Paraffin eingebettet und mit dem Mikrotom wurden 20 μ dicke Schnitte hergestellt. Die Schnitterichtung war senkrecht zur Oberfläche. Von jedem Schnitt wurde eine HE-Färbung zur Darstellung der kollagenen Fasern und eine Res. Fuchs.-Färbung zur Darstellung der elastischen Fasern angefertigt. Die Schnitte wurden unter dem Mikroskop betrachtet und die charakteristischen Stellen photographiert.

Wie bereits erwähnt, hat Knobloch (1972) die Entwicklung am Bein des weiblichen Feten bereits eingehend beschrieben. Ihre Arbeit stellt alle Bauprinzipien dar, die am Bein des weiblichen Feten vorkommen. Ich kann mich deshalb auf sie beziehen und werde nur die Strukturen beschreiben, die an der Oberschenkelmitte vorkommen und die anderen Stellen des Beins unberücksichtigt lassen. Ich übernehme für meine Beschreibung von Knobloch den Begriff des Bindegewebssystems, den ich statt Schicht gebrauchen werde, weil eine Abgrenzung zwischen einer mehrschichtigen Lage und echter Vielschichtigkeit schwer zu ziehen ist. Der Ausdruck "System" enthält gleichzeitig den Hinweis auf die Funktion. Er sollte daher erst auf die vollkommen ausgebildete Subcutis angewandt werden.

Befunde:

Die Präparate wurden zunächst nach folgenden Gesichtspunkten ausgewertet und dann verglichen.

1. Welche Schichtung weist die Subcutis auf.
2. Wann entwickeln sich die einzelnen Schichten.
3. Wann und wo tritt das erste Fettgewebe auf.
4. Wie und wo entwickeln sich die ersten Haare.
5. Wie ist die Corium-Subcutisverbindung beschaffen.

Weibliche Feten:

21 cm SSL, 29 cm SFL

Die Fasern des undifferenzierten Unterhautbindegewebes sind vorwiegend oberflächenparallel ausgerichtet. Corium und Subcutis sind nicht gegeneinander abgrenzbar. Die erste subcutane Fettanlage findet sich in der Bindegewebsschicht über der Muskelfascie. Sie besteht aus queroval geformten Fettläppchen, zwischen denen dünne Bindegewebsbündel schräg nach oben ziehen und kontinuierlich ins darüberliegende Gewebe übergehen. Die Haaranlagen liegen in den oberen 2/3 der Subcutis und ragen nicht in die Fettanlage hinein. Die Talgdrüsen sind bereits gut entwickelt und haben ihre typische Beziehung zum Haarbalg.

(Siehe mikroskopisches Bild auf Abb.1)

22 cm SSL, 35,5 cm SFL

Im polarisationsoptischen Bild ist eine Dreischichtung der Subcutis erkennbar. Eine tangential zur Oberfläche verlaufende Faserlage spaltet sich in einzelne Blätter auf, welche die Ausrichtung der Kompaktlamelle beibehalten. Sie entsprechen den Grundplatten, die Flechschmidt (1931) als typische Bindegewebsstrukturen der Subcutis am Oberschenkel des Erwachsenen beschreibt.

Auf den Dünnschnitten erkennt man, daß über der untersten, eine zweite Fettzellige entstanden ist.

Innerhalb dieser Schicht ist das Gewebe aufgelockert, eine Septierung ist kaum festzustellen. Die Bindegewebsfasern scheinen vorwiegend schräg tangential zu verlaufen und sich aufwärts- oder absteigend zu verflechten. Die Haarbälge reichen bis in die obere Subcutisschicht hinein. (Siehe polarisationsoptisches Bild Abb. 1)

23 cm SSL, 33 cm SFL

Die Fettkammern in der Subcutis direkt über der Muskelfascie sind gut gegeneinander abzugrenzen. Die obere Subcutisschicht ist aufgelockert. Die Haaranlagen reichen nur bis in diese Schicht hinein. Die parallel zur Fascie ausgerichteten Bindegewebszüge zwischen den zwei Subcutisschichten sind relativ breit gebündelt.

23,5 cm SSL, 34 cm SFL

In der oberen Subcutisschicht treten erstmals deutliche schrägüberkreuzende Kammerungssepten auf. Die Haaranlagen liegen auch hier in der oberen Fettläppchenschicht. Die basale Subcutisschicht ist durch parallel zur Fascie verlaufende Bindegewebsbündel unterteilt.

27 cm SSL, 36,5 cm SFL

Die coriumnahe Subcutis ist aufgelockerter. Es laufen vereinzelte radiär gerichtete Bindegewebsbündel aus der oberen Tangentiallage zur Corium-Subcutisgrenze. Unmittelbar vor ihrem Übergang ins Corium teilen sie sich auf und knicken von ihrer ursprünglichen Richtung ab. Der Abstand der einzelnen Faserbündel ist nahezu regelmäßig, die dazwischenliegenden Fettläppchen sind höher als breit. Die Haaranlagen liegen oberhalb der Corium-Subcutisgrenze. Die mittlere Schicht ist oberflächenparallel ausgerichtet. In der basalen Subcutisschicht sind die Kammern verbreitert. Die zwischen ihnen aufsteigenden Faserbündel verlaufen oft radiär, fächern sich auf und gehen

bogenförmig in die Tangentiallamelle über. Es ist erstmals eine dreigeschichtete Subcutis ausgebildet.

27,5 cm SSL, 38 cm SFL

Unterhalb der Corium-Subcutisgrenze sind radiäre Septen ausgebildet, die sich auffiedern und abknicken, bevor sie ins Corium übergehen. Diese Strukturen beschreibt Knobloch (1972) als typisch für den weiblichen Feten. Allerdings sind die oberen Kammern noch nicht so regelmäßig ausgebildet wie im ausgereiften Stadium. Alle Haaranlagen liegen im Coriumbereich. Sie sind z.T. mit einer basalen Fettmanschette umgeben, die sich als Papillae adiposae von der Subcutis aus ins Corium vorschieben. Von der Muskelfascie gehen radiär und schräg verlaufende Bindegewebsbündel zur unteren Tangentiallamelle, die das untere und mittlere System gegeneinander abgrenzt. Die Fettkammern sind breit und vorwiegend ovalär.

26 cm SSL, 39 cm SFL

Das Unterhautbindegewebe liegt im geburtsreifen Zustand vor. Das heißt, es findet sich an der vorderen Oberschenkelmitte eine Subcutisstruktur, die Knobloch (1972) als Typ 1 bezeichnet hat. Das subcutane Gewebe hat drei Systeme, die von zwei parallel zur Oberfläche verlaufenden "Grenzlamellen" voneinander abgetrennt werden. Aus der oberen faserigen Tangentialschicht steigen die Bindegewebsbündel fast senkrecht zur Coriumunterseite auf. Ihr bogenförmiger Übergang ins Corium läßt die Grenze sägezahnartig gezackt erscheinen. Die Septen setzen sich nicht kontinuierlich ins Corium fort, wie es Schmidt (1968) angibt, sondern ändern ihre Ausrichtung. Sie sind aber z.T. bis an die Corium-Epidermisgrenze zu verfolgen. Die Kammersepten stehen in geringen, nahezu gleichmäßigen Abständen voneinander. Die Fettläppchen, die sie umfassen, sind höher als breit. Es ent-

stehen die für das weibliche Geschlecht typischen stehenden Fettkammern unter dem Corium. Die Bindegewebsbündel des darunterliegenden Systems sind vorwiegend parallel zur Oberfläche ausgerichtet. Es gehen Aufzweigungen von der oberen Tangentiallamelle in die untere über und umgekehrt. Da, wo keine solchen Verflechtungen bestehen, laufen die Faserbündel gewellt übereinander. Es entstehen große querovale Kammern, die durch dünne Bindegewebszüge in kleinere Fettzelleinheiten untergliedert werden können. Die Radiärzüge der unteren und mittleren Lage setzen sich nicht in das obere System fort, sondern enden in der Parallelfaserlage. Dadurch erhält dieses obere Subcutissystem eine gewisse Autonomie von den anderen und es entstehen nur locker verbundene Gleitschichten (Bleichschmidt 1931). Die Kammern der mittleren Schicht können nebeneinander liegen, oder übereinander angeordnet sein. Dann erscheint die Tangentiallage mehrschichtig. Sie ist dicker als die beiden anderen Systeme. Über der Muskelfascie ist der Anstieg der Bindegewebsbündel zwar weniger steil wie in der coriumnahen Schicht, die radiäre Ausrichtung der Septen ist aber deutlich. Die Kammerung ist gröber als coriumnah. Das obere und untere Subcutissystem fixieren die Haut an Corium und Fascie. Das mittlere System ist als Gleitgewebe zwischengeschaltet (siehe Knobloch 1972). Die Haare liegen alle im Corium. Die Corium-Subcutisgrenze ist deutlich mit Papillae adiposae versehen. (Siehe weibliches Bild Abb.2)

Die Präparate der Feten von 31 cm SSL, 49 cm SFL und 25 cm SSL, 58 cm SFL lassen Strukturen erkennen, die dem Präparat des Feten mit 39cm SFL entsprechen.

Männliche Feten:

22 cm SSL, 32 cm SFL

Im polarisationsoptischen Bild kann man die Dreischichtung der Subcutis erkennen. Das Primärbündel teilt sich in zwei Lamellen, die seine Verlaufsrichtung fortsetzen (vergleiche weiblicher Fet von 35,5 cm SFL). Das undifferenzierte Unterhautbindegewebe liegt gewellt und z.T. aufgelockert, parallel zur Oberfläche. Über der Muskelfascie ist die erste Subcutisanlage sichtbar. Die eingelagerten Fettzellareale sind queroval. Sie drängen die Fasern auseinander, ohne deren fascienparallele Ausrichtung zu verändern. Der Gewebeanteil oberhalb dieser Schicht enthält die Haarfollikel. (Siehe mikroskopisches und polarisationsoptisches Bild Abb. 1)

25,5 cm SSL, 36 cm SFL

Über der ersten Fettzellschicht hat sich eine zweite entwickelt. Die oberen Faserlagen haben wie die der unteren Bündel tangentialen Verlauf. Sie gehen auf- und absteigende Verbindungen in die obere oder untere Querlamelle ein. Die oberen Fettkammern sind rundlicher als die der epifascialen Schicht. Corium und Subcutis gehen ohne deutliche Grenze ineinander über. Die Haarbälge liegen oberhalb der Fettzellareale.

24,5 cm SSL, 38 cm SFL

Nur in der oberen Subcutisschicht unterteilen senkrechte Bindegewebszüge die Fettläppchen. Die Faserzüge spalten sich auf und gehen bogenförmig in die untere Coriumbegrenzung über. Eine dritte Fettzellschicht ist noch nicht ausgebildet, ebenso wenig eine echte Corium-Subcutisgrenze. Die Haarfollikel reichen in die obere Fettzellage hinein.

26,5 cm SSL, 40,5 cm SFL

Diese Totgeburt gehört ihrer Länge nach in eine andere Altersgruppe, wird aber hier beschrieben, da die Subcutis dieses Feten in ihrer Ausdifferenzierung dem Entwicklungsstand der bisher untersuchten Feten entspricht. Das subcutane Gewebe ist zweischichtig, beide Schichten liegen oberflächenparallel. Die Haaranlagen liegen teilweise innerhalb der oberen Fettzellige. Die Kammern in dieser Schicht sind kleiner als die im Fettgewebe über der Fascie.

27 cm SSL, 37 cm SFL

Polarisationsoptisch waren in den Präparaten der bisher beschriebenen Feten die obere und untere Tangentialfaserlage, welche die Grenze gegen die untere Subcutisschicht und gegen das noch undifferenzierte Bindegewebe bilden, gut als parallele Streifen zu erkennen. In diesem Bild sind sie nur schwer abzugrenzen, weil die Bindegewebsanteile aufgelockert sind und mehr scherengitterartig angeordnet erscheinen. Die dünnen Schnitte zeigen, daß die Subcutis unter dem Corium durch Einlagerung von Fettzell-Läppchen mehrschichtig geworden ist. Die nun vorhandenen Kammern sind klein und unregelmäßig geformt. Die Bindegewebssepten steigen z.T. senkrecht vom epifascialen Gewebe bis zum Corium auf. Sie spalten sich vorwiegend in der mittleren Subcutisschicht und biegen entweder bogenförmig in die Horizontale um, oder sie ziehen bis zur oberen Subcutislage weiter. Ihre letzten Ausläufer strahlen ins Corium ein. Sie sind bis an die Corium-Epidermisgrenze zu verfolgen. Bei diesem Faserverlauf gehen untere und mittlere Subcutisschicht ineinander über. Die Haaranlagen liegen alle im Corium, in das auch Papillae adiposae hineinragen.

26 cm SSL, 39 cm SFL

Zwischen den Subcutisschichten sind deutliche Grenzen vorhanden. Über der Muskelfascie laufen die Bindegewebszüge jetzt schräg abscherend fächerartig in die tangential liegende untere Faserlamelle hinein. Vereinzelte Faserstränge ziehen quer durch die mittlere, parallel zur Oberfläche ausgerichtete Subcutisschicht hindurch. Die obere Subcutis weist stehende, kleine Kammern auf; die Kammern der unteren Schicht sind die größten.

28 cm SSL, 40 cm SFL

Die Grundplatte zwischen unterer und mittlerer Subcutislage ist gut ausgebildet. Die Bindegewebszüge, die quer durch alle Schichten zogen sind verschwunden. Das muskelnahe System ist schwach ausgebildet. Unter dem Corium liegen größere Fettkammern. Sie werden von Fasern begrenzt, die schräg von der oberen Horizontalschicht abgehen. Dadurch erhalten die Fettkammern ein mehr polygonales Aussehen.

31 cm SSL, 49 cm SFL

In den beiden unteren Subcutisschichten zeigen sich keine Veränderungen des Faserverlaufs. Die Kammern sind größer geworden. Aus den bindegewebigen Parallellagen gehen S-förmige Fasersysteme hervor, die von beiden Seiten ins Corium einstrahlen und sich noch in der Subcutis überkreuzen. Strukturen, die dieser Bindegewebsarchitektur entsprechen, sind in der weiblichen Subcutis nicht vorhanden.

34,5 cm SSL, 51 cm SFL

Die Subcutis hat jetzt in der oberen Subcutislage einen typisch männlichen Aufbau. Die Gesamcutis besteht aus drei Kammersystemen. Das untere enthält große, quaderförmige, liegende Fettkammern. Zwischen diesen steigen die Fasern der Bindegewebssepten steil auf und gehen bogenförmig in die un-

tere Grundplatte über. Das mittlere System ist ebenfalls tangential ausgerichtet. In der oberen Subcutisschicht sind die Septen schräg überkreuzend angeordnet. Diese Bündel können sich in der Mitte der Schicht aufspalten. Sie steigen von beiden Seiten zum Corium auf, überkreuzen sich dabei scherengitterartig und teilen das Fettgewebe in viele übereinanderliegende Kammern, genauso wie es für die Subcutis des erwachsenen Mannes typisch ist. Damit ist die Ausdifferenzierung der Subcutis offenbar abgeschlossen.

Die Präparate des Feten von 35 cm SSL und 54 cm SFL zeigen die gleichen Strukturen.

(Siehe männliche Bilder Abb.2)

Diskussion der Befunde

Aus den Befunden läßt sich schließen, daß die Bindegewebs- und Fettzellentwicklung in der Subcutis hauptsächlich in den letzten vier Lunarmonaten stattfindet. Bis zum Ende des 6. Monats erfolgt die Ausbildung von zwei Subcutisschichten. Das Gewicht des subcutanen Gewebes nimmt in diesem Zeitraum nur langsam zu. Im 7. Monat wird die Subcutis dreischichtig und es erfolgt ein rascher Gewichtsanstieg. Gibt man das Subcutisgewicht als prozentualen Anteil des Körpergewichts an, so ist das Verhältnis im 5. Monat 0,8 % ; im 6. Monat 1,2 % ; im 7. Monat 3,6 % ; im 8. Monat 6,5 % ; im 9. Monat 9,8 % und im 10. Monat 13,1 % (Werte nach Roe 1933).

Die Zuwachsrate beträgt vom 7. bis zum 10. Monat pro Monat jeweils ca. 3 % des Körpergewichts. Im gleichen Zeitraum, in dem diese schnelle Gewichtszunahme der Subcutis erfolgt, differenzieren sich auch die Bindegewebsstrukturen und definierte Geschlechtsunterschiede treten auf.

Die Hautentwicklung des männlichen und weiblichen Feten verläuft bis gegen Ende des 7. Monats gleichartig. Zunächst liegen die Fasern des undifferenzierten Hautgewebes vorwiegend oberflächenparallel. Zu Beginn des 6. Monats ist die Subcutis bei beiden Geschlechtern einschichtig. Während des 6. Monats entsteht über der ersten eine zweite Fettzellschicht. Die Bindegewebsfasern sind in beiden Subcutisanlagen tangential ausgerichtet. Im 7. Monat differenziert sich eine obere dritte Schicht. Von diesem Zeitpunkt an ist es gerechtfertigt von "Kammersystemen" an Stelle von "Schichten" zu sprechen.

Die Binnenarchitektur der Subcutis hat bei männlichen und weiblichen Feten bis zum Ende des 7. Monats einen Aufbau, der dem des weiblichen Erwachsenen ähnlich ist. Das unterste Kammer-system besteht aus großen Kammern mit Septen, die

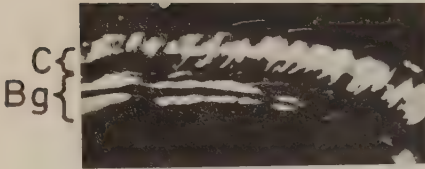
bogenförmig in die untere Tangentiallamelle einstrahlen. Das mittlere System besteht aus quereovalen Fettzelleinheiten und nimmt den größten Raum der gesamten Subcutis ein. Das coriumnahe Subcutissystem ist einschichtig. Die Fettkammern sind vorwiegend "stehend". Die von ihnen geprägte Struktur der Subcutis unterscheidet sich nur dadurch von der ausgereift weiblichen, daß die Fettkörper unterschiedlich groß und oft nicht so gleichmäßig geformt sind, wie beim Erwachsenen.

Am Ende des 7. Monats, Anfang des 8. Monats setzt die geschlechtstypische Differenzierung des oberen Systems ein. Bei den weiblichen Feten bleibt die Grundform der bereits angelegten Strukturen erhalten (siehe mikroskopisches und polarisationsoptisches Bild Abb. 2, weiblich).

Beim männlichen Feten tritt ein Umbau der Subcutis ein. Aufsteigende Fasern, die schräg im Corium verankert sind, überkreuzen sich im oberen System (40 cm SFL). Sie begrenzen somit kleinere neben und übereinander liegende Kammern. Diese Bindegewebsbündel, die im spitzen Winkel von der oberen bindegewebigen Parallellamelle abscheren, treten im 9. Monat vermehrt auf und prägen im 10. Monat das Bild des oberen Subcutiskammersystems. Die Subcutis hat jetzt einen typisch männlichen Aufbau. Es liegen die beschriebenen drei Kammer-systeme vor; im oberen sind die Bindegewebszüge scherenrasterartig angeordnet (siehe mikroskopisches und polarisationsoptisches Bild Abb. 2, männlich).

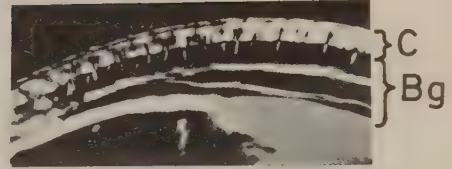
Abbildung 1

♀

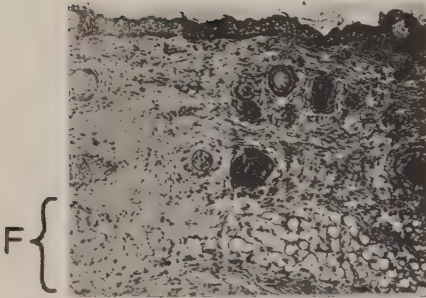


22 cm SSL, 33,5 cm SFL
6. Lunarmonat

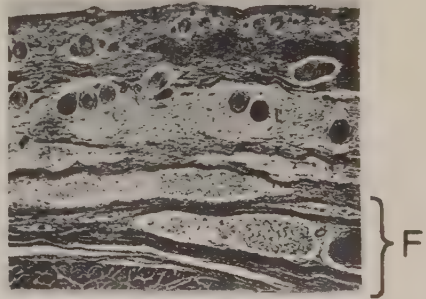
♂



22cm SSL, 32 cm SFL
6. Lunarmonat



21 cm SSL, 29 cm SFL
5. Lunarmonat



22 cm SSL, 32 cm SFL
6. Lunarmonat

Fettzellen über der
fascie
Tangentiale Bindegewebs-
züge
Haare in der oberen Subcutis

Fettzellen über der
Fascie
Tangentiale Bindegewebs-
züge
Haare in der oberen Subcutis

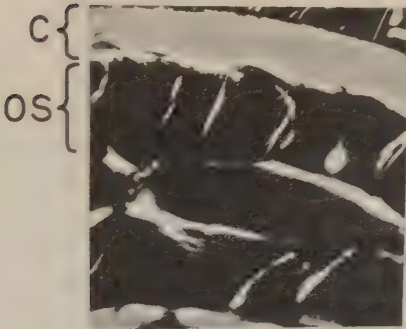
kein Geschlechtsunterschied vorhanden

C = Corium F = Fett S = Subcutis

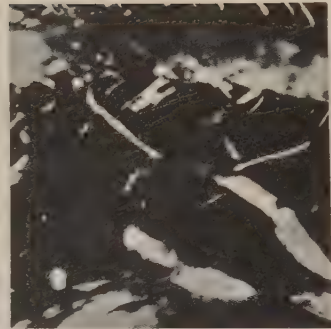
Abbildung 2

♀

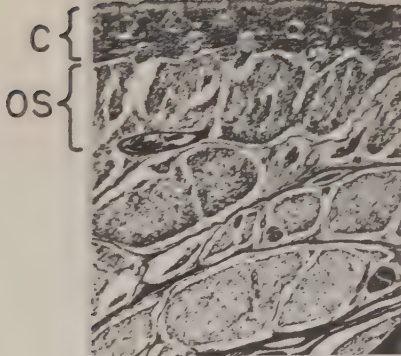
♂



26 cm SSL, 39 cm SFL

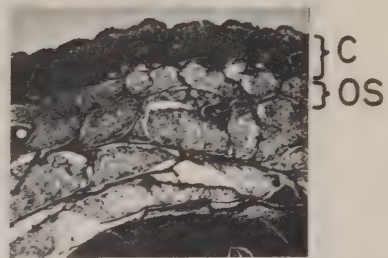


35 cm SSL, 54 cm SFL



Ende 7. Lunarmonat

Radiäre Bindegewebszüge



10. Lunarmonat

Gekreuzte Bindegewebszüge

Geschlechtsunterschied vorhanden

C = Corium O.S. = Oberes System der Subcutis

Da sich bei beiden Geschlechtern zunächst die gleiche Grundstruktur der Haut entwickelt, können die geschlechtstypischen Unterschiede nicht genetisch determiniert sein. Anderenfalls hätte sich die männliche und weibliche Subcutis von Anfang verschieden entwickeln müssen.

Vergleicht man aber die Entwicklung der Subcutis mit der Geschlechtsdifferenzierung, ergeben sich erstaunliche Parallelen. Die Forschungen Neumanns (1964) haben ergeben, daß "die Differenzierung des somatischen Geschlechts jedoch weitgehend abhängig von der An- oder Abwesenheit von Androgenen in einer bestimmten Phase der Embryonalentwicklung" ist. "Die Androgene werden in der Gona- de des männlichen Embryos gebildet." Abwesenheit von Androgenen und Faktor X, einer noch unbekannten maskulinisierenden Substanz, führen zu weiblicher Sexualdifferenzierung. Bei beiden Geschlechtern besteht also die Grundtendenz sich zunächst weiblich zu entwickeln. Erst unter der Einwirkung der Androgene und androgenähnlichen Substanzen wird die somatische männliche Geschlechtsdifferenzierung eingeleitet. Bei menschlichen Feten über 22mm Länge stimuliert HCG (Human chorionic gonadotrophin) die Androgenproduktion im fetalen Hoden, sowie die Östrogen und Progesteronproduktion der fetoplacentaren Einheit. Messungen der Plasmakonzentration und der Urinausscheidung des Hormons bei der Mutter ergaben, daß die Ausschüttung nicht gleichmäßig, sondern zweigipflig verläuft. Das erste Maximum der Plasmakonzentration liegt in der 8. bis 11. Schwangerschaftswoche mit 50-100 I.E./ml, das zweite liegt mit 20 I.E./ml im letzten Trimenon, also zu einem Zeitpunkt, wo die androgenabhängige Differenzierung des somatischen Geschlechts festgelegt ist. Östrogene und Gestagene sind für die Geschlechtsdifferenzierung wahrscheinlich ohne Bedeutung.

Die oberste Subcutisschicht scheint mit dem Corium eine besondere funktionelle Einheit zu bilden. Beim Embryo ragen die Haaranlagen zunächst bis in diese Subcutisschicht hinein und werden dann später vollständig in das Corium einbezogen. (Vergleiche die polarisationsoptischen Bilder Abb. 1 und Abb. 2) Sie werden von Papillae adiposae der Subcutis, die von unten ins Corium hineinragen umschlossen. Bei der Ausbildung der Terminalbehaarung während und nach der Pubertät, wachsen die Haare beim männlichen Geschlecht oder bei der hormongestörten Frau wieder in die obere Subcutisschicht vor.

Zusammenfassung

Vom 7. Lunarmonat an wird beim männlichen und weiblichen Feten eine mehrschichtige Subcutis ausgebildet. Die Differenzierung läuft von unten nach oben (von der Fascie zum Corium). Das Ende der Entwicklungsvorgänge ist durch die Ausbildung einer dreischichtigen Subcutis erkennbar.

Die Fettzelleinlagerung läuft parallel zur Schichtentwicklung. Gleichzeitig nimmt die Subcutis schnell an Dicke und Gewicht zu.

Bis zum 8. Lunarmonat ist die Architektur der männlichen und weiblichen Subcutis gleich. Sie entspricht dem weiblichen Typus des Erwachsenen.

In dem folgenden Fetalmonat strukturiert sich die männliche Subcutis um und enthält in der Corium-Subcutisgrenzschicht vielgekammertes Fettgewebe. Die Bindegewebsanordnung ist scherengitterartig.

Die weibliche Subcutis reift nur noch aus.

Die frühe Ausbildung einer vom Geschlecht unabhängigen weiblichen Grundstruktur der Subcutis legt den Schluß nahe, daß ein im letzten Trimenon sich ausbildender Strukturunterschied der männlichen Subcutis von Androgenen beeinflußt wird.

Literaturverzeichnis

Bargmann, W.:

Histologie und mikroskopische Anatomie des Menschen.
3. Aufl.

Stuttgart: Thieme 1959

Biesiadecki, A.:

Haut, Haare und Nägel.

Handbuch der Lehre von den Geweben des Menschen
und der Thiere. Hrsg. von Stricker. Bd. 1.

Leipzig: Engelmann 1871

Blehschmidt, E.:

Zur Anatomie des Subcutangewebes.

Zschr. Zellforschung, 12 (1931). S. 284-293

Blehschmidt, E.:

Die Architektur des Fersenpolsters.

Gegenbaurs Morph. Jb., 73 (1934). S. 20-68

Bochud, J.-M.:

Contribution à l'étude de la fonction mécanique
du tissu conjonctif dans la phalange distale du
gros orteil chez le nouveau-né.

Acta anat., 22 (1954). S. 345-357

Braun-Falco, O. und Ch. Scherwitz:

Zellulitis.

Med. Klin., 66 (1971). S. 827-832

Braus, H.:

Anatomie des Menschen. Bd. 4.

Berlin: Springer 1940

Bucher, O.:

Histologie und mikroskopische Anatomie des Menschen.
3. Aufl.

Bern, Stuttgart: Huber 1962

Dabelow, A.:

Die Anatomie des Fettgewebes.

Sonderdruck aus Regensburger Jb. für ärztl.

Fortbildung. Hrsg. Prof. Dr. D. Jahn.

Bd. 5 (1956/57).

Friedrich Schattauer Verlag: Stuttgart

Documenta Geigy

Wissenschaftliche Tabellen

6. Aufl. Nachdruck 1962 Geigy Basel

Döring, G.K. und C.G. Hossfeld:

Physiologie der Fortpflanzung.

Physiologie des Menschen. Bd. 17.

Endokrinologie II und Fortpflanzung.

Hrsg Gauer-Kramer-Jung

Urban und Schwarzenberg: München, Berlin, Wien. 1972

Heitzmann, L.:

Normale und pathologische Histologie des Unterhautfettgewebes.

Arch. Derm. Syph., 32 (1895). S. 349-364

Hoepke, H.:

Die Haut.

Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen.

Hrsg. v. W. v. Möllendorff. Bd. 3,1

Berlin: Springer 1927

Horstmann, E.:

Die Haut.

Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen.

Hrsg. v. W. v. Möllendorff. Bd. 3,3

Berlin, Göttingen, Heidelberg: Springer 1957

Ismadi, M.:

Untersuchungen über das Vorhandensein des Matratzenphänomens bei Chinesen im Bereich der Oberschenkelhaut.

Med. Diss. Mainz 1973

Khan, K.M.:

Die Corium-Subcutisgrenzfläche beim Menschen.
Med. Diss. Mainz 1973

Knobloch, G.:

Die Ausdifferenzierung der Tela subcutanea des weiblichen Beins in der Fetalzeit.
Med. Diss. Mainz 1972

Merselis, J.G. und K. Texler:

Über die Fettgewebsverteilung an der Körperoberfläche.
Zschr. Konstit.lehre, 11 (1925).
S. 596-597, 602-604, 619-623

Montagna, W.:

The Structure and Funktion of Skin.
Academic Press, New York 1956.

Müller, G. und F. Nürnberger:

Anatomische Grundlagen der sog. "Cellulitis".
Arch. Derm. Forschungen, 244 171 (1972).

Müller, G.:

Eine Hilfseinrichtung zur Untersuchung dicker histologischer Schnitte im polarisierten Licht.
Mikroskopie, 15 (1961). S. 347-351

Neumann, F.:

Die Sexualhormone
Physiologie des Menschen. Bd. 17,
Endokrinologie II und Fortpflanzung.
Hrsg. Gauer-Kramer-Jung
Urban und Schwarzenberg München, Berlin, Wien. 1972

Patten, M.B.:

Human Embryology 2. Aufl.
New York, Toronto, London: Mc Graw-Hill Book
Company 1953

Roe, H.E.:

The Weight of the Skin and Tela subcutanea of
the Human Fetus.

Anat. Rec. 55 (1933). S. 127-137

Schaffer, J.:

Das Stützgewebe.

Handbuch der mikroskopischen Anatomie des Menschen.

Hrsg. v. W. v. Möllendorff. Bd. 2,2

Berlin: Springer 1930

Scherer, R.:

Die Funktionsarchitektur der Zehenballen beim
Menschen.

Med. Diss. Mainz 1971

Schmidt, W.:

Die normale Histologie von Corium und Subcutis.

Handbuch der Haut- und Geschlechtskrankheiten.

Hrsg. v. J. Jadassohn. Erg.werk 1,1

Berlin, Heidelberg, New York: Springer 1968

Stöhr, P.:

Lehrbuch der Histologie und der mikroskopischen
Anatomie.

Berlin, Göttingen, Heidelberg: Springer 1951

Strecker, F.:

Der Mantelzwischenraum.

Wiss. Zschr. der Universität Rostock, 5 (1955/56)

S. 345-349

Wassermann, F.:

Neue Beobachtungen über die Entwicklung des Fett-
gewebes beim Menschen.

S. ber. Ges. Morph. München, 36 (1925). S. 4-11

Wassermann, F.:

Die Fettorgane des Menschen.

Zschr. Zellforschung, 3 (1926). S. 235-328

Lebenslauf

Am 6.7.1952 wurde ich, Monika Hagen, als fünftes der sechs Kinder des Gerbermeisters Ernst Hagen und seiner Ehefrau Johanna Hagen, geb. Selzer, in Hofheim am Taunus geboren. 1959 wurde ich in Wesel am Niederrhein in die "Evangelische Volksschule an der Böhlstraße" eingeschult. Nach Abschluß des vierten Schuljahres kam ich Ostern 1963 auf das "Städt. neusprachl. Mädchengymnasium mit Frauenoberschule, Wesel". Im April 1966 zogen wir von Wesel nach Idstein, wo ich das "Pestalozzi-Aufbaugymnasium" besuchte. Hier bestand ich am 14.6.1971 das Abitur. Seit dem 19.10.1971 studiere ich an der "Johannes Gutenberg Universität" in Mainz Humanmedizin. Am 25.9.1972 legte ich die naturwissenschaftliche Vorprüfung und am 26.9.1973 die ärztliche Vorprüfung ab.

Mein Dank gilt Herrn Professor Dr. Mayet, dem
Leiter des Anatomischen Instituts, für die
Bereitstellung eines Arbeitsplatzes.

Besonders herzlich bedanke ich mich bei Herrn
Professor Dr. Müller, meinem Doktorvater, für die
Überlassung des Themas und vor allem für die all-
zeit gewährte Unterstützung und Beratung bei der
Erstellung der Arbeit.

Mein weiterer Dank gilt Frau Waldhausen, die
mir beim Färben der Präparate half und die
Photographien herstellte, sowie Herrn Schlich,
der die graphische Gestaltung der Arbeit übernahm.

